

# **PROCESSING DEVICE, PLASMA PROCESSING DEVICE, AND METHOD OF CLEANING THEM**

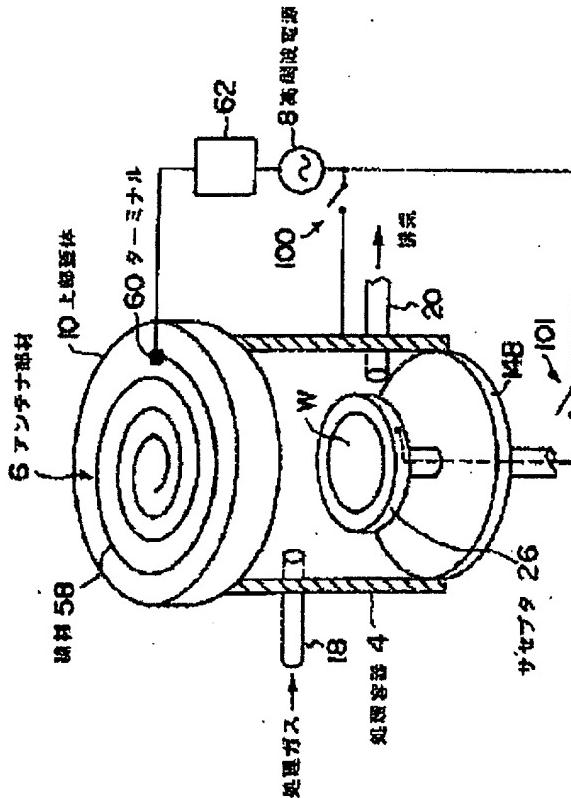
**Patent number:** JP2001291704  
**Publication date:** 2001-10-19  
**Inventor:** SUZUKI AKIRA; ISHIZUKA SHUICHI; KAWAMURA GOHEI;  
HATA JIRO; ISHII NOBUO  
**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD  
**Classification:**  
- International: B01J19/08; C23C16/44; C23C16/507; H01L21/3065; H05H1/46;  
B01J19/08; C23C16/44; C23C16/50; H01L21/02; H05H1/46;  
(IPC1-7): H01L21/3065; B01J19/08; C23C16/44; C23C16/507;  
H05H1/46  
- european:  
**Application number:** JP20010036176 20010213  
**Priority number(s):** JP20010036176 20010213; JP19930226417 19930819;  
JP19930317375 19931124

## **Report a data error here**

## Abstract of JP2001291704

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a processing device capable of efficiently cleaning the inner wall of a processing chamber or the like.

**SOLUTION:** A work W placed on a susceptor 26 in an airtight processing vessel 4 is subjected to processing in a processing device. An antenna member 6 is arranged inside or outside the processing vessel 4 in a position opposite to the susceptor 26, a plasma generating high-frequency power source 8 connected to the antenna member 6 is provided, a high-frequency voltage from the high-frequency power source is applied to the one end of the antenna member when the processing chamber is subjected to a cleaning operation, and the other end of the antenna member is kept open. By this setup, the inner wall of the processing chamber is efficiently cleaned.



Best Available Copy

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-291704

(P2001-291704A)

(43)公開日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 L 21/3065  
B 01 J 19/08  
C 23 C 16/44  
16/507  
H 05 H 1/46

識別記号

F I  
B 01 J 19/08  
C 23 C 16/44  
16/507  
H 05 H 1/46  
H 01 L 21/302

チーマコート(参考)  
H  
J  
L  
N

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願2001-36176(P2001-36176)  
(62)分割の表示 特願平6-179512の分割  
(22)出願日 平成6年7月7日(1994.7.7)  
  
(31)優先権主張番号 特願平5-226417  
(32)優先日 平成5年8月19日(1993.8.19)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)  
  
(31)優先権主張番号 特願平5-317375  
(32)優先日 平成5年11月24日(1993.11.24)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000219967  
東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号  
  
(72)発明者 鈴木 朗  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内  
  
(72)発明者 石塚 修一  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内  
  
(74)代理人 100090125  
弁理士 浅井 章弘

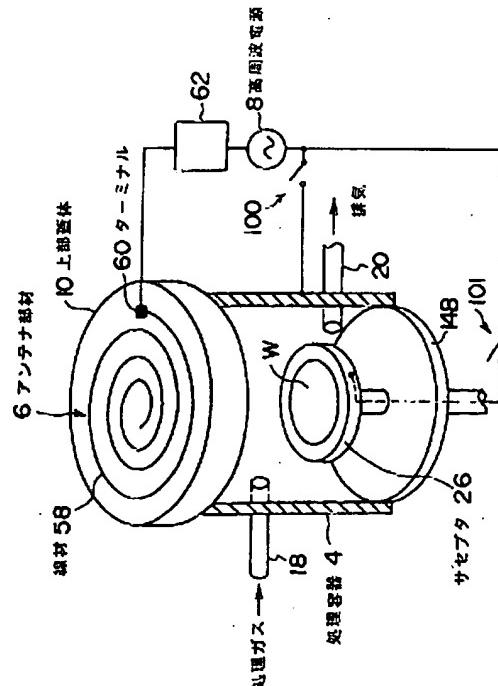
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 处理装置、プラズマ処理装置及びこれらのクリーニング方法

(57)【要約】

【課題】 处理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能な処理装置を提供する。

【解決手段】 気密な処理容器4内においてサセプタ26上に載置された被処理体Wに対して処理を施す処理装置において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材6を配置し、前記アンテナ部材に接続されるプラズマ発生用の高周波電源8を設け、前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端に前記周波数電源からの高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にする。これにより、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対して処理を施す処理装置において、

前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、  
前記アンテナ部材に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、  
前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端に前記周波数電源からの高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とする処理装置。

【請求項2】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、  
前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、

プラズマ処理時に前記アンテナ部材に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、  
前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端に前記周波数電源からの高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記プラズマ処理時に前記高周波電源が前記アンテナ部材の両端に接続されることを特徴とする請求項2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記サセプタと対向させて処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、プラズマ処理時に前記アンテナ部材の両端に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端と前記高周波電源の一端を開放する切替スイッチ手段を設けるように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対して処理を施す処理装置のクリーニング方法において、  
前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側に配置されたアンテナ部材の一端にプラズマ発生用の高周波電圧を印加すると共に、前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とする処理装置のクリーニング方法。

【請求項6】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、  
プラズマ処理時には、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側に配置されたアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源からの高周波電圧を印加し、  
クリーニング時には、前記アンテナ部材の一端に前記高

周波電圧を印加すると共に、前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法。

【請求項7】 前記プラズマ処理時に前記高周波電源が前記アンテナ部材の両端に接続されることを特徴とする請求項6に記載のプラズマ処理装置のクリーニング方法。

【請求項8】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、プラズマ処理時にはプラズマ発生用の高周波電源からの高周波電圧を前記アンテナ部材の両端に印加し、クリーニング時には前記アンテナ部材の一端に前記高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法。

【請求項9】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、

前記処理容器の外側に配置したアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源から高周波電圧を印加して前記被処理体をプラズマ処理する工程と、  
前記被処理体をプラズマ処理した高周波電圧の印加方法とは異なる高周波電圧の印加方法により生じるプラズマによりクリーニング処理を行なうことを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法。

【請求項10】 気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、

前記処理容器の内側又は外側に配置したアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源から高周波電圧を印加して前記被処理体をプラズマ処理する工程と、  
前記サセプタ上に、静電チャックを保護するダミーを吸着保持させる工程と、

前記被処理体をプラズマ処理した高周波電圧の印加方法とは異なる高周波電圧の印加方法により生じるプラズマによりクリーニング処理を行なうことを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、処理装置、プラズマ処理装置及びこれらのクリーニング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体製造工程の一部にあっては、被処理体としての半導体ウエハに対して各種の処理、例えばプラズマエッチング等を施すために例えばプラズマ処理装置が用いられている。この種のプラズマ処理装置にあっては、例えば2枚の平板状の電極を平行に処理容器内に位置させ、これらの間にプラズマ発生用の

高周波電源から例えれば13.56MHzの高周波電圧を印加することによりプラズマを発生させ、これによりウエハ表面にエッティング等の処理を施すようになっている。上述のような平行平板電極間に発生したプラズマは、電界が一方の電極から他方の電極に向かう交番電界となることからこの電界に沿って電子が吸引されて気体分子と衝突し、これにより活性種が発生し、この活性種がウエハ表面と衝突してエッティングが行われることになる。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体製品の高密度化、例えばDRAMに例をとれば4M、16Mビットの記憶容量から64M、256Mビットの記憶容量へ移行するに従って、更に細かな微細加工が要求されており、そのために、エッティング等の方向性を向上するために低い圧力領域でプラズマを発生させることが求められている。

【0004】しかしながら、上述したような平行平板電極型のプラズマ処理装置にあっては、電極間に形成される静電容量による結合回路であるために両電極間に電界は発生するが磁界が発生し難く、そのために磁場によるプラズマの閉じ込めが十分ではないことからプラズマの圧力領域は $1 \times 10^{-2}$  Torr以上となり、比較的圧力が高かった。そのために、エッティングを行う時の活性種が気体分子の散乱を受けやすくなつて方向性が劣化し、64Mや256MビットDRAM等において必要とされる、形状のシャープなエッティング加工を施すことができないという問題点があった。また、このようにエッティング圧力が高いとエッティングによって発生した副生成物も十分に排出することができず、このためにエッティング形状が一層劣化するのみならず、エッティングレートも低下してしまうという問題点も発生していた。

【0005】このような問題点に対して、処理容器の上方にマグネットを配置して、これより発生する磁場により処理領域中のイオンを閉じ込めてエッティングを効率的に行う方法や、特開平3-79027号公報に示されるように渦巻状のコイルの両端に高周波電圧を印加し、このコイルに高周波電流を流してインダクタンス成分を利用することによりプラズマを発生する方法が提案されている。

【0006】しかしながら、マグネットを利用した装置にあってはこれを回転させるための機構等が別個に必要となるためにコストの大幅な上昇を余儀されて好ましくない。また、コイルの両端に高周波電圧を印加する、いわゆる誘導結合型の装置にあっても必要とされる低圧力領域で十分にプラズマを発生させることは困難であった。

【0007】また、この種のプラズマ処理装置を用いてCVD (Chemical Vapor Deposition) により成膜処理を行う場合には、処理容器内

に付着する不要な成膜を除去するためにプラズマを立てながらクリーニングガス等を用いて定期的或いは不定期的にクリーニング処理が行われるが、この場合、主としてサセプタ直上の処理空間のみにプラズマが凝集する傾向にあり、処理容器内壁まで活性種が届き難く、従つて、クリーニング時間が比較的長くなるという問題点がある。

【0008】本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能な処理装置、プラズマ処理装置及びこれらのクリーニング方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対して処理を施す処理装置において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、前記アンテナ部材に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端に前記周波数電源からの高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とする処理装置である。請求項2に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、プラズマ処理時に前記アンテナ部材に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端に前記周波数電源からの高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0010】請求項3に記載の発明は、前記プラズマ処理時に前記高周波電源が前記アンテナ部材の両端に接続されることを特徴とするプラズマ処理装置である。請求項4に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、前記サセプタと対向させて処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、プラズマ処理時に前記アンテナ部材の両端に接続されるプラズマ発生用の高周波電源を設け、前記処理容器のクリーニング時に前記アンテナ部材の一端と前記高周波電源の一端を開放する切替スイッチ手段を設けるように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置である。

【0011】請求項5に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対して処理を施す処理装置のクリーニング方法において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側に配置されたアンテナ部材の一端にプラズマ発生用の高周波電圧を印加すると共に、前記アンテナ部材の他端は開放

端にすることを特徴とする処理装置のクリーニング方法である。請求項6に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、プラズマ処理時には、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側に配置されたアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源からの高周波電圧を印加し、クリーニング時には、前記アンテナ部材の一端に前記高周波電圧を印加すると共に、前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法である。請求項7に記載の発明は、前記プラズマ処理時に前記高周波電源が前記アンテナ部材の両端に接続されることを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法である。請求項8に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、前記サセプタと対向させて前記処理容器の内側或いは外側にアンテナ部材を配置し、プラズマ処理時にはプラズマ発生用の高周波電源からの高周波電圧を前記アンテナ部材の両端に印加し、クリーニング時には前記アンテナ部材の一端に前記高周波電圧を印加すると共に前記アンテナ部材の他端は開放端にすることを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法である。

【0012】請求項9に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、前記処理容器の外側に配置したアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源から高周波電圧を印加して前記被処理体をプラズマ処理する工程と、前記被処理体をプラズマ処理した高周波電圧の印加方法とは異なる高周波電圧の印加方法により生じるプラズマによりクリーニング処理を行なうことを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法である。請求項10に記載の発明は、気密な処理容器内においてサセプタ上に載置された被処理体に対してプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のクリーニング方法において、前記処理容器の内側又は外側に配置したアンテナ部材にプラズマ発生用の高周波電源から高周波電圧を印加して前記被処理体をプラズマ処理する工程と、前記サセプタ上に、静電チャックを保護するダミーを吸着保持させる工程と、前記被処理体をプラズマ処理した高周波電圧の印加方法とは異なる高周波電圧の印加方法により生じるプラズマによりクリーニング処理を行なうことを特徴とするプラズマ処理装置のクリーニング方法である。

【0013】請求項1、請求項5に記載の発明によれば、クリーニング時に、アンテナ部材の一端のみに高周波電圧を加え、この他方を開放端とすることにより、電界がアンテナ部材から処理容器の全域に向けて加わることになり、従って、この電界によって形成されるプラ

マがアンテナ部材の直下のみならず処理容器内の全域に広がり、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能となる。請求項2、請求項6の記載の発明によれば、プラズマ処理時にはサセプタと対向して配置したアンテナ部材に高周波電源を接続してこれに高周波電圧を印加し、これによりアンテナ部材からの電波により、プラズマが発生し、プラズマによる処理を行い、クリーニング時には、アンテナ部材の一端のみに高周波電圧を加え、この他方を開放端とすることにより電界がアンテナ部材から処理容器の全域に向けて加わることになり、従って、この電界によって形成されるプラズマがアンテナ部材の直下のみならず処理容器内の全域に広がり、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能となる。

【0014】請求項3、請求項7の記載の発明によれば、プラズマ処理時にはサセプタと対向して配置したアンテナ部材の両端に高周波電源を接続してこれに高周波電圧を印加し、これによりアンテナ部材からの電波により、アンテナ部材の主として直下に高密度プラズマが発生し、プラズマによる処理を行い、クリーニング時には、アンテナ部材の一端のみに高周波電圧を加え、この他方を開放端とすることにより電界がアンテナ部材から処理容器の全域に向けて加わることになり、従って、この電界によって形成されるプラズマがアンテナ部材の直下のみならず処理容器内の全域に広がり、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能となる。

【0015】請求項4、請求項8の記載の発明によれば、プラズマ処理時にはサセプタと対向して配置したアンテナ部材の両端に高周波電源を接続してこれに高周波電圧を印加し、これによりアンテナ部材からの電波により、アンテナ部材の主として直下に高密度プラズマが発生し、プラズマによる処理を行い、クリーニング時には、切替スイッチ手段を開くことにより、アンテナ部材の一端のみに高周波電圧を加え、この他方を開放端とすることにより電界がアンテナ部材から処理容器の全域に向けて加わることになり、従って、この電界によって形成されるプラズマがアンテナ部材の直下のみならず処理容器内の全域に広がり、処理容器内壁等のクリーニングを効率的に行なうことが可能となる。請求項9、請求項10の記載の発明によれば、クリーニング処理時の高周波印加方法をプラズマ処理時の印加方法とは変えているのでクリーニング処理を効率良く行なうことができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る処理装置、プラズマ処理装置及びこれらのクリーニング方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。まず、第1の発明のプラズマ処理装置について説明する。図1は第1の発明に係るプラズマ処理装置の一例を示す部分破断概略構成図、図2は本発明のプラズマ処理装置の一例を示す断面図、図3は図2に示す装置の処理容器内の電子等の動

きを示す模式図である。

【0017】本実施例においては、本発明に係るプラズマ処理装置をプラズマエッチング装置に適用した場合について説明する。このプラズマエッチング装置2は、処理容器4の天井部にアンテナ部材6を設け、このアンテナ部材6の一端と上記処理容器4または後述するサセプタ26との間にプラズマ発生用の高周波電源8を接続することにより特徴づけられる。すなわち、この処理容器4はアルミニウムやステンレス等の導電性材料により円筒体状に成形されており、その上端開口部はアンテナ部材6からの電波を内部へ伝搬させるために例えば石英等の誘電体よりなる上部蓋体10によりOリング等のシール部材12を介して気密に閉塞されており、処理容器4の天井壁部を形成している。また、処理容器4の下端開口部は、アルミニウムやステンレス等よりなる筒体状の内側枠14により同じく気密に閉塞されており、この処理容器4内に密閉された処理室16が形成される。処理容器4或いは内側枠14としてアルミニウムを用いる場合には、耐腐食性コーティングを行うためにその表面にはアルマイト処理が施される。

【0018】内側枠14は、円筒壁部14A、その円筒壁部14Aの下端から上方に若干の間隔を空けて設けられた底部14B、及びその円筒壁部14Aの下端外周に設けられた外方フランジ部14Cとから構成されている。そして、処理容器4は、上記内側枠14を気密に覆うように上記外方フランジ部14Cの上に載置される。

【0019】上記処理容器4の上部には、図示しない処理ガス源より、処理ガス、例えばHFガスなどを図示しないマスフローコントローラを介して上記処理室16内に導入可能なガス供給管路18が設けられている。また、上記処理容器4の他方側下部には、ガス排気管路20が設けられており、図示しない真空ポンプにより真空引きが可能な如く構成されている。

【0020】処理室16内には、被処理体、例えば上記半導体ウエハWを載置固定するためのサセプタアセンブリ22が配置される。このサセプタアセンブリ22は、複数の絶縁部材23を介して上記内側枠14の底部14B上に載置されており、同時に、上記サセプタアセンブリ22の側面と上記内側枠14の円筒壁部14Aとの間には、絶縁部材として例えばOリング24が介装されているので、上記サセプタアセンブリ22は、外部で接地されている上記内側枠14及び上記処理容器4から絶縁状態に保持されるように構成されている。

【0021】上記サセプタアセンブリ22は、例えばアルミニウム等により形成され、図示の例では、3層構造を有しており、ウエハWを載置する下部電極としてのサセプタ26と、これを支持するサセプタ支持台28と、この下に設けられる冷却ジャケット収容部30により構成される。そして、このサセプタ26の上面の載置面に静電チャックシート32を接着剤等により貼り付けて静

電チャックを構成している。そして、この静電チャックシート32上に被処理体としての半導体ウエハWを吸着保持するようになっている。

【0022】上記サセプタ支持台28には、半導体ウエハWの温度を調節するための温度調節装置、例えばセラミックヒータ34が設けられている。このヒータ34は、図示しないヒータコントローラに接続されており、上記サセプタ26の温度を監視する図示しない温度モニタからの信号に応じて、温度制御を行うように構成されている。このサセプタ支持台28にはスイッチ102を介して高周波電源38が接続される。

【0023】上記サセプタ26は、上記サセプタ支持台28に対して、ボルト36などの連結部材を用いて、着脱自在に固定される。かかる構成により、高周波電源38に接続されている上記サセプタ支持台28とは別個に、上記サセプタ26部分のみを交換することが可能となり、装置の保守が容易となる。前述のように、上記サセプタ26の側壁と上記内側枠14の円筒壁部14A内面との間にはOリング24が介装されているので、処理室内に導入された処理ガスは上記サセプタ支持台28よりも下方には到達せず、これらの部分の汚染が防止される。

【0024】上記冷却ジャケット収容部30の内部には、例えば液体窒素などの冷媒40を溜めるための冷却ジャケット42が設置されている。この冷却ジャケット42は、パイプ44によりバルブ46を介して液体窒素源48に連通している。上記冷却ジャケット42内には、図示しない液面モニタが配置されており、その液面モニタからの信号に応答して上記バルブ46を開閉することにより、上記冷却ジャケット42内の冷媒40、例えば液体窒素の供給量を制御するように構成されている。更に、上記冷却ジャケット42内の内壁底面は、例えばポーラスに形成され、核沸騰を起こすことができるようになっており、その内部の液体窒素を所定温度、例えば-196℃に維持することができる。このように、構成された上記サセプタアセンブリ22は、上記絶縁部材23及び24により、上記処理室16を構成する上記内側枠14及び処理容器4から絶縁されて、電気的には同一極性のカソードカップリングを構成している。

【0025】また、上記サセプタアセンブリ22の上層のサセプタ26及び上記ヒータ34を備えた中層の上記サセプタ支持台28との間、及びこのサセプタ支持台28と下層の冷却ジャケット収容部30との間には、それぞれ間隙50、52が形成されており、これらの間隙は、例えばOリングのような封止部材54及び56により、それぞれ気密に構成されており、ガス供給管路58を介して例えば大気開放されている。この大気開放に代えてHeガスやArガスなどの不活性ガスを所定圧、例えば1気圧にして供給してもよい。

【0026】一方、石英等の誘電体により構成される上

部蓋体10上に設けたアンテナ部材6は、上記サセプタ26に対向させて配置されると共に、例えば直径6.35 mm (1/4インチ) の銅やステンレス等の導電性材料よりなる線材58を3~4回程、渦巻状に巻回して構成されており、その一端である外側端部にターミナル60を設けている。このターミナル60と上記処理容器4との間にインピーダンス整合を行うためのマッチング回路62及びプラズマ発生用の、例えば13.56 MHzの高周波電源8が直列に接続されると共にこの高周波電源8の他端は、スイッチ100またはスイッチ101を介してそれぞれ処理容器4またはサセプタ26に対して接続可能になされている。従って、このアンテナ部材6から処理室に向けて電波を発射されると共にこのアンテナ部材6と処理容器4或いはサセプタ26との間に電界を発生させて、これにより処理室16にてプラズマを発生するように構成されている。すなわち、本実施例におけるプラズマ発生の回路構成は、アンテナ部材6のインダクタンスによる誘導結合と、このアンテナ部材6と処理容器4との間に形成される容器結合との組み合わせ回路となっている。また、このアンテナ部材6の上方にはこの全体を被ってシールド金網63が設けられており、外部に電波が洩れることを防止している。

【0027】本実施例における各部のサイズは、処理容器4の高さ及び直径がそれぞれ100cm~100cm及び20cm~100cm程度になされ、サセプタ26の直径が100cm~60cm程度に設定されると共にこの上に例えば8インチ(約20cm)のウエハWが載置される。また、サセプタ26と上部蓋体10との間の距離L1は約100cm以下に設定され、上部蓋体10の厚さL2及び直径L3はそれぞれ1cm~10cm程度及び100cm以下に設定される。そして、アンテナ部材6の最大径L4は、上記ウエハWの直径と略同じ、10cm~30cm程度に設定される。このアンテナ部材6の全体の直径はプラズマが発生する範囲内ならばウエハの直径に対して更に大きく設定してもよいし、また、小さく設定してもよい。

【0028】尚、上記実施例にあっては、サセプタ26側へ活性種吸引用の高周波電源38を接続しているが、この高周波の周波数は380KHz~数MHzの範囲が望ましい。また、このサセプタ26に印加する電圧を、アンテナ部材6に加える高周波と逆相の高周波電圧としてもよい。更には、このサセプタ26の電位をグランドに落とすようにしてもよいし、或いはフローティング状態としてもよい。更には、このサセプタ26に数100KVのバイアス電圧を印加するようにしてもよい。

【0029】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、図示しないゲート弁を介して半導体ウエハWを、図示しない搬送アームにより処理室16に収容し、これをサセプタ26の載置面に設けた静電チャックシート32上に載置する。この静電チャ

ックシート32の導電膜32Aには、図示しない高圧直流源より例えば2.0KVの直流電圧が印加され、分極によるクーロン力によりウエハWを吸着保持する。

【0030】この処理室16内は、ガス排気管路20に接続される真空ポンプ(図示せず)により予め真空状態になされており、ガス供給管路18を介して、処理ガス、例えばHFガス等を流量を制御しつつ供給してこの処理室16内をプロセス圧、例えば $1 \times 10^{-3}$  Torr程度のかなり低い圧力状態に維持し、同時にプラズマ発生用の高周波電源8より、例えば13.56MHzの高周波をアンテナ部材6と処理容器4との間に印加する。するとアンテナ部材6のインダクタンス成分の誘導作用により処理室16に向けて電波が発射されると同時に、アンテナ部材6と処理容器4との間の容量成分の作用により処理室16には交番電界が生じ、この結果、処理室16には処理ガスがイオン化してプラズマが立ち、プラズマ放電励起によって生じた活性種によりウエハ表面に異方性の非常に高いエッティングを施すことができる。

【0031】図3はこの時の処理室16における電子や陰イオン64の動きを模式的に示しており、陰イオンは電波と電界の作用により螺旋状に旋回しながらサセプタ26側へ移動しており、従来の平行平板電極形の装置と比較して陰イオン64の移動できる距離が長くなっている間にガス分子と衝突して多くのイオンが生ずることになる。従って、その分、エッティングレートを向上させることが可能となる。また、プラズマは $1 \times 10^{-3}$  Torr~ $1 \times 10^{-6}$  Torrの間のかなり低い圧力下でも発生するので、エッティングする時の活性種の散乱も少なくなく方向性が揃っており、従って、上述のように異方性の高い、すなわち形状がシャープなエッティング加工を施すことができ、例えば64Mや256MビットDRAMに要求される微細加工を施すことが可能となる。

【0032】ここでウエハWのエッティング処理時にあっては、冷却ジャケット収容台30に設けた冷却ジャケット42からの冷熱がサセプタ支持台28、サセプタ26及びウエハWの順に伝わって低温エッティングを行うものであるが、この時、サセプタ支持台28に設けたヒータ34の発熱量を制御することによりウエハWの処理温度を制御する。この場合、冷却ジャケット収容台30とサセプタ支持台28との間隙52及びサセプタ支持台28とサセプタ26との間隙50には熱伝達性を良好にするため、例えば1気圧の大気が導入されており、ウエハWに対する熱伝達効率を維持している。そして、上記したようにウエハWを低温化することによりエッティングの一層の微細化を促進させることができる。

【0033】本実施例のようにアンテナ部材6のインダクタンスによる誘導結合と、このアンテナ部材6と処理容器4との間の容量結合とを組み合わせた結果、実際に $1 \times 10^{-6}$  Torrもの超高真空中においてもプラズ

マを発生させることができた。尚、上記実施例においてはアンテナ部材6として線材を用い、全体の直径の大きさを20cm程度としたが、材料、大きさ等はこれに限定されるものではない。例えば、図4乃至図11に示すアンテナ部材も採用することができる。

【0034】図4に示すアンテナ部材6は、導電性材料よりなる線材を図1に示したアンテナ部材と同様に渦巻状に巻回し、外側端部ではなく内側端部にターミナル60を設け、これにプラズマ発生用の高周波電源8を接続している。図5に示すアンテナ部材6は、導電性材料よりなる線材を図4に示すように複数回巻回するのではなく、1回だけ比較的大きな直径、例えばウエハ直径に対応させて巻回し、その端部にターミナル60を設けている。

【0035】図6に示すアンテナ部材6は、導電性材料よりなる長い線材を蛇行状に複数回折り返して形成し、その端部にターミナル60を設けている。図7に示すアンテナ部材6は、導電性材料よりなる長い線材を無定形に屈曲させ、その端部にターミナル60を設けている。

【0036】図8に示すアンテナ部材6は、線材ではなく銅やステンレス等の導電性材料よりなる長い中空パイプ66を図4に示したと同様に渦巻状に巻回し、この端部にターミナル60を設けている。図9に示すアンテナ部材6は、約200mmの比較的長い導電性材料よりなる中空パイプ66を直線状に設け、この端部にターミナル60を設けている。

【0037】図10に示すアンテナ部材6は、比較的長い導電性材料よりなる中空パイプ66を1回或いは2回、U字状に折り曲げ、その端部にターミナル60を設けている。図11に示すアンテナ部材6は、幅20mm程度のステンレス等の導電性材料よりなる導電板68を1回半或いは2回程度渦巻状に巻回し、その端部にターミナル60を設けている。

【0038】この図4乃至図11にて示したアンテナ部材を用いて実験を行ったところ、5.0~1.0×10<sup>-4</sup>Torrの低圧にてプラズマが全て発生したことを確認できた。この実験においては、プラズマ発生用の高周波電源8の他端はスイッチ100、101、102の切換えによって処理容器4またはサセプタ26のいずれか一方、或いは処理容器4とサセプタ26に同時に接続されており、誘導結合と容量結合が組み合わされているのは勿論である。

【0039】これに対して、図1或いは図4に示すアンテナ部材を用いても処理容器4またはサセプタ26のいずれにもプラズマ発生用の高周波電源8の他端を接続しなかった場合及びプラズマ発生用の高周波電源8の他端を処理容器4或いはサセプタ26に接続した場合にあっても図12乃至図15に示すアンテナ部材を用いた場合にあっては、5.0~1.0×10<sup>-4</sup>Torrの低圧下ではプラズマを発生させることはできなかった。すな

むち図12に示すアンテナ部材70は、縦横がそれぞれ90mm程度の導電性材料よりなる平板72を用い、その一角にターミナル60を設けている。

【0040】図13に示すアンテナ部材70は、比較的短い幅狭のステンレス板74を略四角形状に屈曲成形し、その端部にターミナル60を設けている。図14に示すアンテナ部材70は、長さ100mm程度の比較的短い銅等の導電性材料よりなる中空パイプ76を直線状に成形し、その端部にターミナル60を設けている。図15に示すアンテナ部材70は、長さ100mm程度の比較的短い中空パイプ76の先端を屈曲成形し、その他端にターミナル60を設けている。

【0041】前述のように図12乃至図15に示すアンテナ部材76を用いても、いずれも5.0~1.0×10<sup>-4</sup>Torrの低圧下ではプラズマを発生させることはできなかった。尚、上記各実施例にあっては各アンテナ部材6を処理容器4の外側に設ける場合について説明したが、これに限定されず、図16に示すようにこのアンテナ部材6を処理容器4内に収容するようにしてもよい。

【0042】すなわちこの場合には、アンテナ部材6を構成する例えば線材58を、金属汚染の防止のためにセラミック、ポリイミド高分子或いはSiC（炭化ケイ素）等よりなる絶縁体78で被覆し、これを処理容器4内の天井部側へ取り付ける。この場合には、アンテナ部材6は処理室16内の上部に設けられることから、処理容器4の天井部は、側壁と同様に例えばステンレスにより一体的に成形すればよく、図2における装置にて用いた石英製の上部蓋体10を用いる必要がない。

【0043】また、上記アンテナ部材6の線材58に接続されるプラズマ発生用の高周波電源8からの給電線80は、処理容器4の天井部を、絶縁材82を介して容器内へ挿通されている。このようにアンテナ部材6を処理容器4内へ収容することにより、ウエハWとアンテナ部材6との間の距離が短くなり、プラズマの発生効率を向上させることが可能となる。

【0044】また、図16の実施例にあってはアンテナ部材6を線材58により構成した場合が示されているが、図17に示すように線材58に代えて、図8に示したような導電性材料よりなる渦巻状の中空パイプ66を用い、その外側に絶縁体78を被覆する。更に、この中空パイプ66及び絶縁体78を貫通させて処理室16内に向けられた多数のガス噴出孔84を形成する。そして、この渦巻状の中空パイプ66の一端に、容器天井部を絶縁材82を介して貫通させた導体よりなるガス供給管路86を接続し、これに処理ガスを流して各ガス噴出孔84から処理ガスをシャワー状に処理容器4内へ供給できるように構成する。

【0045】そして、このガス供給管路86にプラズマ発生用の高周波電源8の給電線80を接続する。このよ

うにアンテナ部材6と処理ガスの供給ヘッドを兼用することにより、効率的な処理ガスの供給が可能となる。

尚、この実施例の場合には、図2において処理容器4の側壁に設けたガス供給管路18を不要にできることは勿論である。

【0046】また更に、図17に示す装置の変形例として、図18に示すように構成してもよい。すなわち、処理容器4内の上部に上部絶縁板88と下部絶縁板90とに2分割可能になされた絶縁体92を設け、この上部絶縁板88と下部絶縁板90との間に例えば線材58を渦巻状に形成してなるアンテナ部材6を挟み込む。上記線材58には図16に示したと同様に高周波電源8からの給電線80を接続する一方、上記上部及び下部絶縁板88、90には、それぞれ多数のガス通路94を形成すると共にこのガス通路94には処理ガス用のガス供給管路86を接続する。

【0047】そして、ガス通路94に供給された処理ガスを下部絶縁板90の下面に多数形成したガス噴射口96より処理室16に向けて噴射するように構成する。

尚、上記実施例にあっては、プラズマエッキング処理装置を例にとって説明したが、これに限定されず、他の全てのプラズマ処理装置、例えばプラズマCVD装置にも適用することができる。本発明をプラズマCVD装置に適用した場合には、例えばTiC<sub>14</sub>とNH<sub>3</sub>ガス或いはヒドライジンを組み合わせた処理ガスを供給してTiN(チタンナイトライド)の成膜が行われる。この場合、ウエハ表面に形成された溝部等の埋め込みを成膜により行うと、1×10<sup>-3</sup>Torrもの低圧雰囲気にてプラズマが発生することから、エッキングの場合と同様にイオンの散乱が抑制され、その結果、ポイド等を生ずることなく溝部の埋め込みが可能となる。

【0048】次に、第2の発明について説明する。上記した第1の発明のように一端が開放されたアンテナ部材を用いることにより、1×10<sup>-6</sup>Torrの高真空状態においてもプラズマを立てることが可能になるが、第2の発明は上記発生したプラズマ密度を高めるためにプラズマ密度高化手段を設けるようにしたものである。尚、図1及び図2に示す第1の発明の処理装置と同一部分については同一符号を付して説明を省略する。

【0049】図19は、第2の発明に係るプラズマ処理装置を示す概略斜視図である。このプラズマ処理装置100において、処理容器102内には第1の発明の装置と同様に構成されたサセプタアセンブリ22が収容されており、この上部には処理すべき半導体ウエハWが載置される。処理容器102の下部は、例えばステンレススチールによる底部14Bにより密閉されており、この底部14Bには、容器内の雰囲気を排出するためのガス排気管20が接続される。また、上記サセプタアセンブリ22の上部に設けたサセプタ26には、プラズマにより生成される活性種をウエハW側に吸引するために例え

ば数100KHzの高周波電源38がコンデンサ104を介して接続されている。

【0050】また、処理容器102の上部蓋体10は、第1の発明の場合と同様に厚さL1の例えば水晶などの石英の誘電体により構成されており、この上部にうず巻状に且つフラットに巻回された同様のアンテナ部材6が配置されている。このアンテナ部材6の一端、例えば中心側は開放端になされ、他端である外周側端部は、端子Aより第1の発明と同様にマッチング回路62を介して例えば13.56MHzのプラズマ発生用の高周波電源8が接続されている。このアンテナ部材6の作用により、第1の発明と同様に低圧真空雰囲気下においてもプラズマを発生し得るようになっている。上記処理容器102の側壁部102Aには、第1の発明の場合には例えばステンレススチールにより構成したが、本発明においては、上記蓋体10の材質と同様な水晶などの石英の誘電体により構成されている。

【0051】そして、この処理容器102の側壁部102Aに、本発明の特長とする、プラズマ密度を高めるためのプラズマ密度高化手段106が配置されている。具体的には、このプラズマ密度高化手段106は、この側壁部102Aの外周に沿って複数回巻回されたコイル部108と、このコイル部108の両端の端子B、Cにマッチング回路110を介して接続された、例えば13.56MHzの補助高周波電源112とにより構成されている。この補助高周波電源112よりコイル部108の両端に高周波電圧を印加することにより、このコイル部108とサセプタ26との間でもプラズマが発生することになり、容器内のプラズマ密度を向上させることができるとなる。コイル部108としては、ヘリカル共鳴型のものを用いれば、伝搬する低周波ヘリコン波の作用により電子のみを加速でき、プラズマ密度を一層向上させることができる。この場合、プラズマの発生を効率的に行うためには、コイル部108をサセプタ26の上方に位置する側壁部102A全域に渡って巻回するのが好ましい。

【0052】次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。まず、ガス供給管路18より、処理ガス、例えばHFガスを流しつつ高周波電源8よりアンテナ部材6に高周波電圧を印加することにより、このアンテナ部材6から放出される電波等が作用して第1の発明の場合と同様に1×10<sup>-3</sup>以下、例えば1×10<sup>-6</sup>Torr程度の高い真空減圧下においてもプラズマが発生することになる。このアンテナ部材6は、本実施例においてはプラズマに対するいわゆる着火源としての機能を有することになる。この場合、このアンテナ部材6により発生するプラズマだけでは余りプラズマ密度を高くすることはできないが、しかしながら、この実施例においてはプラズマ密度高化手段106を側壁部102Aに配置していることから、このプラズマ密度を高く

維持することができる。すなわち、補助高周波電源112より側壁部102Aに巻回したコイル部108に高周波電圧を印加することにより、処理室内には交番磁界が生じて、この交番磁界により先のアンテナ部材6の作用により生じていたプラズマの誘引作用により更にプラスマが相乗的に発生し、従って処理室内のプラズマの密度を高くすることが可能となる。そして、このプラズマ放電巻起によって生じた活性種等の散乱が抑制されてウエハ表面に異方性の非常に高いエッチングを施すことができる。

【0053】この場合、特にプラズマ密度を高くすることができますから、異方性を一層向上させて処理効率を高めることができるとなる。本実施例においては、プラズマ密度を $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 以上とすることができた。上記実施例におけるプラズマ発生用の高周波電源8及び補助高周波電源112の周波数としては、13.56MHzに限定されず、例えば2~50MHzの広い範囲に渡って使用することができる。

【0054】尚、上記実施例においては、プラズマ発生用の高周波電源8と補助高周波電源112を別体として設けたが、これに限定されず、例えば図20に示すように1つの高周波電源8の両端に3つのタップ114A、114B、114Cを有するトランス114を接続し、この両端の内的一方のタップ、例えばタップ114Aを、マッチング回路62を介してアンテナ部6に導通する端子Aに接続する。また、中間タップ114Bをコイル部108の一方に導通する端子Bに、他端のタップ114Cを、マッチング回路110を介してコイル部108の他方の端子Cにそれぞれ接続する。そして、アンテナ部材6とコイル部108に印加される高周波電圧の位相を調整するために、いずれか一方の回路、図示例にあっては例えばアンテナ部材6に接続される回路中に位相シフタ116を介設させる。これによれば、高周波電源の数量を減らすことができ、製造コストも削減することができる。

【0055】また、更には図19に示す補助高周波電源112及びマッチング回路110に代えて可変になされた直流電源118（図中仮想線で示す）を設け、コイル部108に直流電圧を印加するようにしてもよい。これによれば、直流電源118の極性に応じて処理容器102内に上方或いは下方に向かう磁場が形成され、従って、アンテナ部材6により生じたプラズマがこの磁場に拘束されて処理容器102内に滞留する時間がその分長くなつて消滅し難くなり、結果的に処理室内のプラズマ密度を向上させることができるとなる。この場合、直流電源118の電圧としては、0~500V程度の範囲の電圧を設定するのが好ましい。また、装置不使用時においては図示しないスイッチ手段を開放することによりコイル部108への直流電圧の印加を停止して周辺機器等への磁場の影響を抑制する。

【0056】上記実施例にあっては、プラズマ密度高化手段106として補助高周波電源112或いは直流電源118とこれに接続されるコイル部108により構成したが、これに限定されず、例えば図21及び図22に示すように構成してもよい。図21及び図22は、第2の発明の变形例を示す図であり、この実施例においては、コイル部108や補助高周波電源112に代えて、プラズマ密度高化手段106として処理容器102の側壁部102Aの外側には、複数の永久磁石120が配置されている。

【0057】具体的にはこの永久磁石120は、処理容器102の高さ方向に沿って延びる棒状に成形されており、容器102の周方向に沿って等間隔で図示例にあっては8個配置されている。尚、この磁石120の数量は8個に限定されない。また、永久磁石120は、N極或いはS極が側壁部102に沿うようにして配置され、隣り合う永久磁石120の極性は交互に容器中心方向に対して反対になるように設定される。

【0058】このようにプラズマ密度高化手段106として永久磁石120を配置することにより、処理室内に永久磁石120のN極からS極に向かう強力な磁場122が生じ、アンテナ部材6の作用により高真空中において発生したプラズマが上記磁場122の作用により容器内に拘束されて閉じ込められ、この消失が抑制されることになる。この効果は、磁場122の大きさが大きい程強く発揮され、例えば $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ の高真空中においては例えば5ガウス以上に設定するのが好ましい。このような磁場122によるプラズマの閉じ込め効果により $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ もの低圧雰囲気下においてもプラズマ密度をかなり高く維持することができる、異方性の非常に高いエッチング等を施すことができる。

【0059】次に、第2の発明の他の变形例について説明する。図23は、第2の発明の他の变形例を示す図であり、この变形例においては、プラズマ密度高化手段106の構成は図19に示す構成と同様な構成であるが、処理容器102の形状及びアンテナ部6の形状が異なる。

【0060】具体的には、処理容器102は、石英等の誘電体により例えばベルジャー状に成形されて容量の少ない第1のチャンバー124とこの下方に連結される容量の大きな第2のチャンバー126により構成される。この第2のチャンバー126は処理室として構成され、この内部にセセプターアセンブリ22が収容されると共に第2のチャンバー126の側壁部102Aに図19に示すと同様な構成の、例えばヘリカル共鳴型のコイル部108と補助高周波電源112となりるプラズマ密度高化手段106が配置されている。

【0061】また、第1のチャンバー124の側壁には、線状導体となるアンテナ部材6が螺旋状に複数回

巻回されており、その一端は開放端になされると共に他端には、マッチング回路62を介してプラズマ発生用の高周波電源8が接続されている。そして、この第1のチャンバー124の天井部に、処理ガス等を供給するためのガス供給管路18が接続されており、これに導入される例えばArガスやHFガス等を上記アンテナ部6からの電磁波の作用により $1 \times 10^{-6}$  Torr程度の低圧雰囲気下においてもプラズマ化し得るようになっている。このような実施例においては、ガス供給管路18より第1のチャンバー124内に流入するArガス等のエッティングガスは、この側壁に巻回したアンテナ部6からの電磁波の作用により第2の発明で説明したと同様に $1 \times 10^{-6}$  Torr程度の高真空下においてもプラズマ化されることになる。

【0062】ここで発生したプラズマは下方の第2のチャンバー126内に移動して行き、この第2のチャンバー126の側壁部102Aに巻回されているコイル部108の両端には例えば13.56MHzの高周波電圧が印加されていることから、上方の第1のチャンバー124から流入してきたプラズマに誘引されて第2のチャンバー126内においてもArガス等が励起され、プラズマの発生が促進されることになる。すなわち単独では $1 \times 10^{-3}$  Torr以下の低圧でのプラズマの発生が困難である第2のチャンバー126内に、第1のチャンバー124内で発生させたプラズマを供給することによりこれに誘引させて第2のチャンバー126内においてもプラズマを生成することが可能となる。従って、結果的に処理室内におけるプラズマ密度を $1 \times 10^{-6}$  Torrもの低圧雰囲気下においても非常に高めることができ、異方性の非常に高いエッティング等を施すことができる。

【0063】この場合、第1のチャンバー124内の圧力を第2のチャンバー126内の圧力よりも僅かに陽圧にすることにより、第1のチャンバー124内にて発生したプラズマや活性種が第2のチャンバー126内に円滑に移行させることができ、また逆に、第2のチャンバー126内にて発生したプラズマ等が第1のチャンバー124内に逆流することを阻止することができ、プラズマの密度を一層向上させることができるとなる。また、アンテナ部6とこの下方のコイル部108へのエネルギー供給源として異なる高周波電源8、112を用いることによりこれらを別個に制御することができ、きめの細かなプラズマ制御が可能となる。

【0064】また、本実施例においては、コイル部108に接続した補助高周波電源112及びマッチング回路110に代えて、図19に示す構成において説明したと同様に可変の直流電源を用いるようにしてもよいし、また、このコイル部108と補助高周波電源112ととなるプラズマ密度高化手段106に代えて、図21及び図22において説明したと同様な構成の複数の永久磁石

120よりなるプラズマ密度高化手段を用いるようにしてもよい。

【0065】尚、第2の発明においてもプラズマエッティング処理装置を例にとって説明したが、これに限定されず、他のすべてのプラズマ処理装置、例えばプラズマCVD装置にも適用することができる。この場合には、上記実施例において説明したと同様にプラズマや反応性ガスの活性種の散乱が抑制されて異方性が良くなり、その結果、例えばボイド等を生ずることなく溝部の埋め込み等を行うことができる。

【0066】また、上記各実施例にあっては、プラズマ処理時にはアンテナ部材の一端に高周波電圧を印加する場合について説明したが、これに限定されず、アンテナ部材への高周波電圧の印加の相異により生ずるプラズマ形成領域の差異に着目し、プラズマ処理時とクリーニング時の間で高周波電圧の印加方法を下記のように変えるようにしてもよい。図24及び図25は第3の発明のプラズマ処理装置を示す断面図である。

【0067】この第3の発明においてはプラズマ処理装置をプラズマCVD装置に適用した場合について説明する。この種のプラズマCVD装置においては、成膜処理時に不要な成膜が処理容器の内壁にも付着することから、定期的或いは不定期的にこの不要な膜を除去するためのクリーニング処理が行われ、このクリーニング処理時の高周波電圧の印加方法をプラズマ成膜処理時の印加方法と変えてクリーニング処理を効率的に行うようにしている。図1及び図2に示す第1の発明と同一部分については同一符号を付す。

【0068】このプラズマ処理装置としてのプラズマCVD装置150も第1の発明と同様に例えばアルミニウム等による円筒状の処理容器4を有しており、この処理容器4は接地されると共に上端開口部は例えば石英等の誘電体よりなる上部蓋体10によりシール部材12を介して気密に閉塞されている。処理容器4内には、半導体ウエハWを載置する載置面を有する下部電極としての例えばアルミニウム製のサセプタ26がサセプタ支持台28上に載置されており、このサセプタ支持台28は処理容器底部に絶縁部材23を介して設置されている。サセプタ26には給電線152を介してマッチングポックス154及びバイアス用の例えば13.56MHzの高周波電源156に接続されると共に、この上の載置台には、例えば静電チャックよりなるウエハ保持手段157が設けられ、ここにウエハをクーロン力により吸着保持し得るようになっている。

【0069】上記サセプタ支持台28には、例えば冷却水を流すための冷却ジャケット158が設けられると共にこのサセプタ支持台28とサセプタ26の接合部には、例えばセラミックヒータよりなる加熱手段160が設けられ、これと上記冷却ジャケット158を組み合わせることによりウエハ温度を広範囲に亘って設定し得る

ようになっている。処理容器の底部には、容器内を真空引きする真空ポンプ(図示せず)に接続された排気口162が設けられ、この容器側壁には容器内に対してウエハWの搬入・搬出を行う際に開閉するゲートバルブ162が設けられる。

【0070】また、処理容器4の側壁には、この容器内へ成膜時の成膜ガスやエッティング時のクリーニングガス等を導入する処理ガス供給ノズル164が設けられ、このノズルには供給側が分岐されたガス通路166を介して原料ガス源、例えばシラン源168、エッティングガス源170、例えばN<sub>2</sub>等のキャリアガス源172がそれぞれ接続され、各分岐路には流量制御を行うマスフローコントローラ174A、174B、174C及び開閉弁176A、176B、176Cが介設されている。更に、この処理容器4の側壁には、成膜時にアルゴンガスやO<sub>2</sub>等の添加ガスを供給する添加ガス供給ノズル178が設けられ、このノズルにはガス通路180を介してアルゴンガス源182と酸素源184が接続されると共にこのガス通路180の各分岐路にはマスフローコントローラ186及び開閉弁188が介設されている。

尚、原料ガスや添加ガスは上記したものに限定されず、通常のプラズマCVD処理に用いるようなガスも適用することができる。

【0071】そして、上部蓋体10の上面には、図1及び図2に示したと同様な構造の本発明の特長とするアンテナ部材6が設けられる。このアンテナ部材6も、例えば銅やステンレス等の導電性材料よりなる線材58を1ターン或いは2~3回程、渦巻状に巻回して構成されており、このアンテナ部材6の両端に給電線190を介してマッチング回路62及びプラズマ発生用の、例えば13.56MHzの高周波電源8が直列に接続されている。また、このアンテナ部材6の一端と高周波電源8の一端とを接続する給電線190には、成膜処理時には閉じられてクリーニング処理時には開放される切替スイッチ手段としての成膜・クリーニング切替スイッチ手段192が設けられており、このスイッチ手段192の切替え操作を行うことにより成膜時とクリーニング時とでアンテナ部材6への給電方法を切り替えるようになっている。また、アンテナ部材6の上方には、全体を被ってシールド金網63が設けられる。

【0072】アンテナ部材6の断面形状は特に限定されず、例えば図示例のように円形でもよいし、矩形でもよい。また、各部のサイズは、例えば図1及び図2に示す装置と同様に構成される。尚、原料ガスとしては、シランに限定されず、他の原料ガス、例えばジシラン、TEOS系原料ガス等を用いることができるは勿論である。

【0073】次に、この第3の発明の動作について説明する。まず、この装置を用いて成膜処理を行う場合について説明する。ウエハWをサセプタ26上に吸着保持し

た後に、ウエハWをプロセス温度、例えば400°C程度に維持し、そして、処理容器4内を所定の圧力、例えば10mTorr程度にしつつ原料ガス、例えばシランガスと添加ガス、例えばArガスとO<sub>2</sub>を容器内に所定の流量で導入する。そして、原料ガス等の供給と同時に成膜・クリーニング切替スイッチ手段192を閉状態としてアンテナ部材6の両端に高周波電源8より高周波電圧を印加する。これにより、アンテナ部材6の両端に高周波電圧が印加されていることから、特にアンテナ部材6の直下の領域、すなわちウエハWの上方の領域の電波が強くなっている部分にプラズマP1が発生し、原料ガスと添加ガスが励起されて活性種となって反応が促進され、ウエハW上に成膜が堆積する。尚、この場合、サセプタ26にバイアス用の高周波電圧を印加することにより、プラズマの吸引を促進させるようにもよいし、また、これをグランドに落としたり或いはフローティング状態としてもよい。このように、アンテナ部材6の直下の電波を強くすることにより、この部分に高密度のプラズマを凝集させることができ、成膜処理を迅速且つ高効率に行うことが可能となる。

【0074】次に、処理容器内に付着した不要な成膜のクリーニング処理を行う場合について説明する。まず、サセプタ26上に静電チャックの保護の目的でダミーウエハWを吸着保持させておき、成膜時の原料ガスや添加ガスの供給を完全に停止した状態でエッティングガス源170からエッティングガス、例えばCF<sub>4</sub>、NF<sub>3</sub>系のガス、C<sub>1</sub>F<sub>3</sub>系のガスを所定の流量で供給しつつ容器内を所定の真空状態、例えば20mTorr以下に維持する。尚、CF<sub>4</sub>、NF<sub>3</sub>系ガスをエッティングガスとして用いる場合には、これらを単独で供給し、これに対してC<sub>1</sub>F<sub>3</sub>系ガスをエッティングガスとして用いる場合にはキャリアガス源172からキャリアガスとしてN<sub>2</sub>ガスも所定の流量で供給する。このようにエッティングガスを供給すると同時に、成膜・クリーニング切替スイッチ192を図25に示すように開放状態としてアンテナ部材6の一端及び高周波電源8の一端をそれぞれ開放端と共に他端のみに高周波電源8からの高周波電圧を印加する。

【0075】これにより、電界がアンテナ部材58から処理容器4の全内壁にかかることになり、その結果、図25に示すように容器内略全域にプラズマP2が立ち、プラズマP2及び活性種はアンテナ部材6の直下のみならず、処理容器内の隅々まで行き亘り、処理容器4の内壁やサセプタ26、サセプタ支持台28の表面に付着している不要な成膜を除去してクリーニングが行われる。このように、プラズマは処理容器4内に略全域に均一に広がることからクリーニング操作を迅速且つ短時間で行うことが可能となる。この場合、成膜時と同様に、サセプタ26にはバイアス用の高周波電圧を印加してもよいし、また、これをグランドに落としたり、フローティング状態としてもよい。

ィング状態としてもよい。また、処理容器4の側壁もグランドに落とすのではなく、これにバイアス用の高周波電圧を印加したり或いはフローティング状態としてもよい。

【0076】また、エッティングガスとしては、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{C}_1\text{F}_3$ 系ガスに限定されず、他のエッティングガスを用いてもよいし、また、高周波電源の周波数も13.56MHzに限定されず、200kHz等の周波数から数10MHzの範囲内で使用することができる。尚、本実施例においては、図2に示すようにアンテナ部材6を処理容器4の天井部外側に配置した形式の装置を例にとって説明したがこれに限定されず、図16から図18に示すようにアンテナ部材6を処理容器4内の天井部に配置した形式の装置にも適用し得る。

#### 【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の処理装置、プラズマ処理装置及びこれらのクリーニング方法によれば、クリーニング処理を効率的に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明に係るプラズマ処理装置の一例を示す部分断面構成図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置の一例を示す断面図である。

【図3】図2に示す装置の処理容器内の電子等の動きを示す模式図である。

【図4】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図5】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図6】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図7】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図8】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図9】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図10】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図11】本発明に用いるアンテナ部材の変形例を示す平面図である。

【図12】低圧雰囲気においてプラズマを発生し得ないアンテナ部材を示す平面図である。

【図13】低圧雰囲気においてプラズマを発生し得ないアンテナ部材を示す平面図である。

【図14】低圧雰囲気においてプラズマを発生し得ないアンテナ部材を示す平面図である。

【図15】低圧雰囲気においてプラズマを発生し得ないアンテナ部材を示す平面図である。

【図16】本発明のプラズマ処理装置の変形例を示す部分断面図である。

【図17】本発明のプラズマ処理装置の他の変形例を示す部分断面図である。

【図18】本発明のプラズマ処理装置の更に他の変形例を示す部分断面図である。

【図19】第2の発明に係るプラズマ処理装置を示す概略斜視図である。

【図20】図19に示す装置に適用できる高周波電源の一例を示す回路図である。

【図21】図2の発明の変形例を示す概略斜視図である。

【図22】図21に示す装置の永久磁石の配列を示す図である。

【図23】第2の発明の他の変形例を示す概略斜視図である。

【図24】第3の発明のプラズマ処理装置を示す断面図である。

【図25】図24に示す処理装置によりクリーニングを実施している状態を示す断面図である。

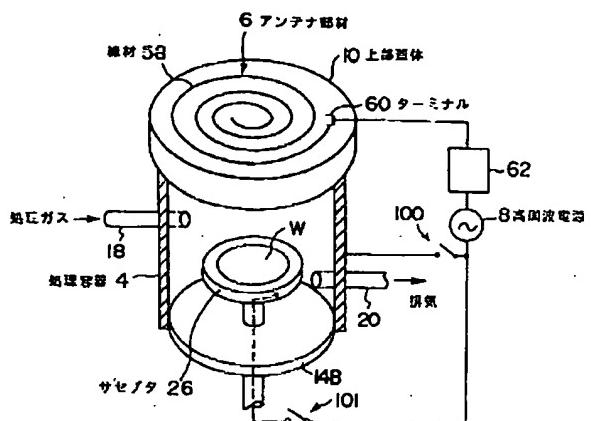
#### 【符号の説明】

2 プラズマエッティング装置（プラズマ処理装置）

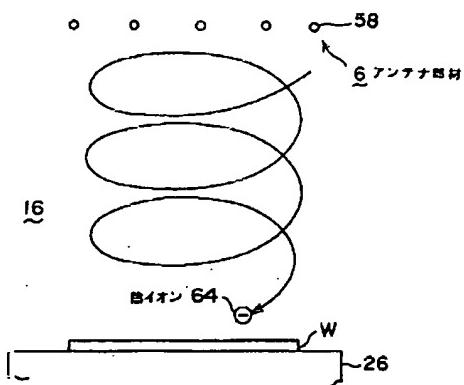
4	処理容器
6	アンテナ部材
8	プラズマ発生用高周波電源
16	処理室
18	ガス供給管路
20	ガス排気管路
26	サセプタ
32	静電チャックシート
34	セラミックヒータ
42	冷却ジャケット
58	線材
60	ターミナル
62	マッチング回路
63	シールド金網
66	中空パイプ
68	導電板
84	ガス噴出孔
100	プラズマ処理装置
102	処理容器
102A	側壁部
106	プラズマ密度高化手段
108	コイル部
112	補助高周波電源
118	直流電源
120	永久磁石
122	磁場
124	第1のチャンバー

126	第2のチャンバー	178	添加ガス供給ノズル
150	プラズマCVD装置	182	アルゴンガス源
164	処理ガス供給ノズル	192	成膜・クリーニング切替スイッチ手段(切替 スイッチ手段)
168	シラン源	P1、P2	プラズマ
170	エッチャリングガス源	W	被処理体(半導体ウエハ)
172	キャリアガス源		

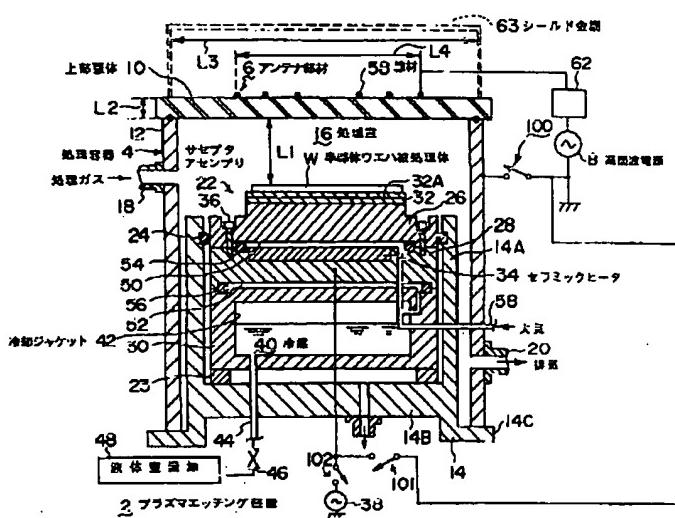
【図1】



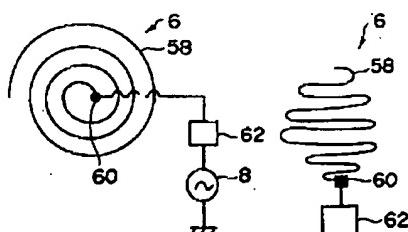
【図3】



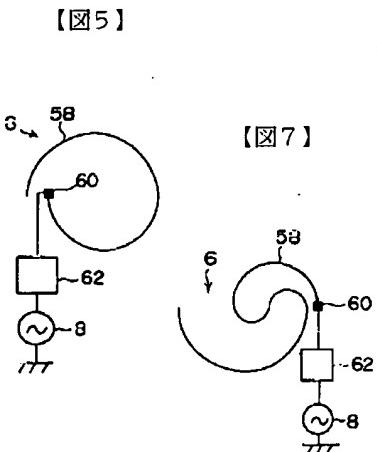
【図2】



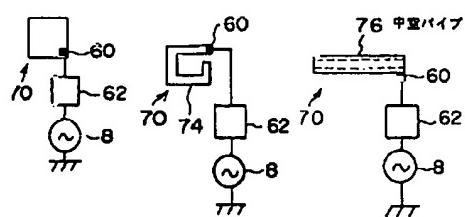
【図4】



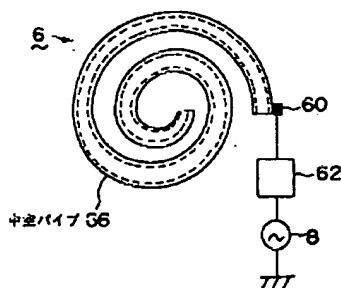
【図6】



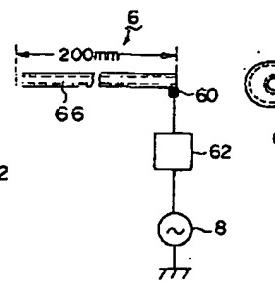
【図12】 【図13】 【図14】



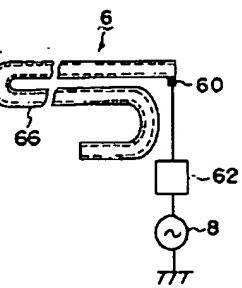
【図8】



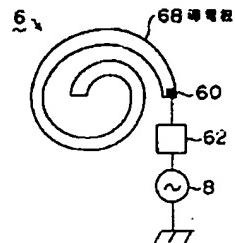
【図9】



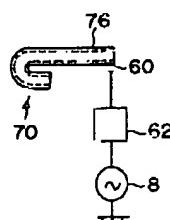
【図10】



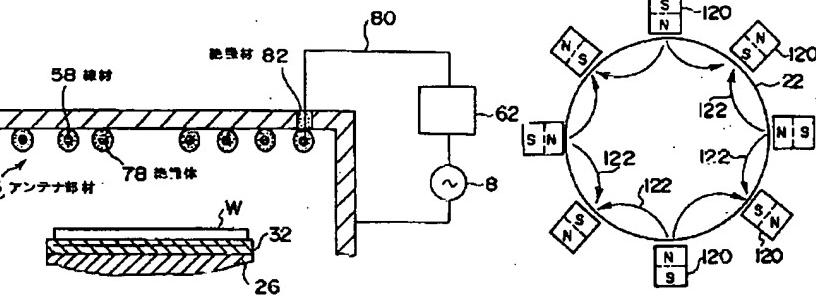
【図11】



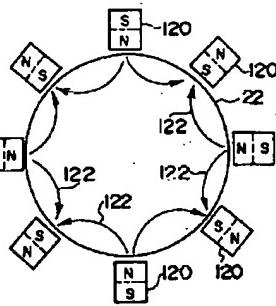
【図15】



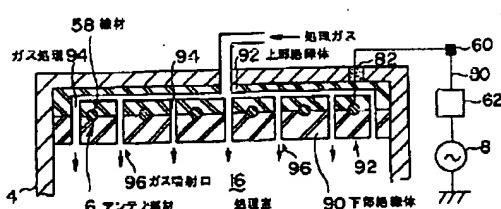
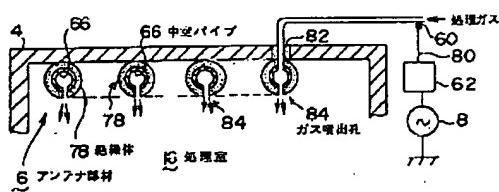
【図16】



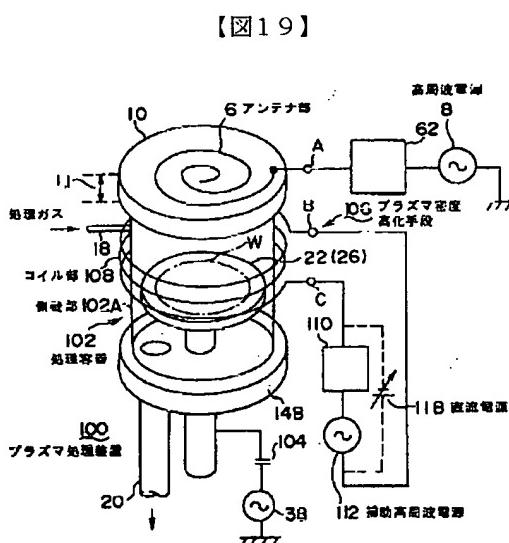
【図22】



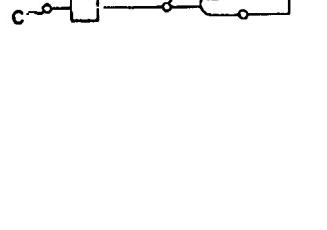
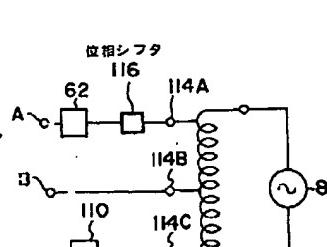
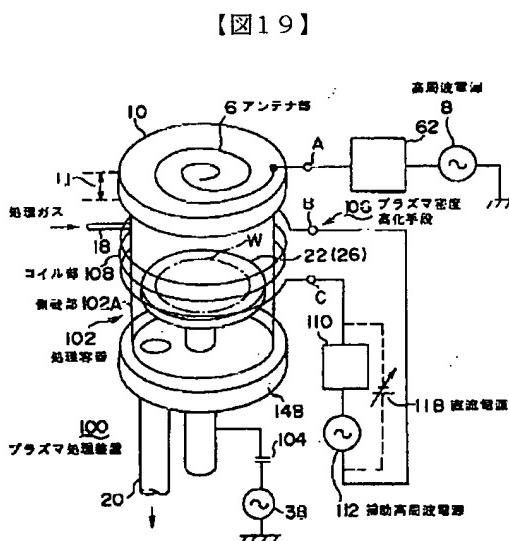
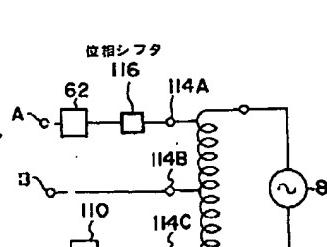
【図17】



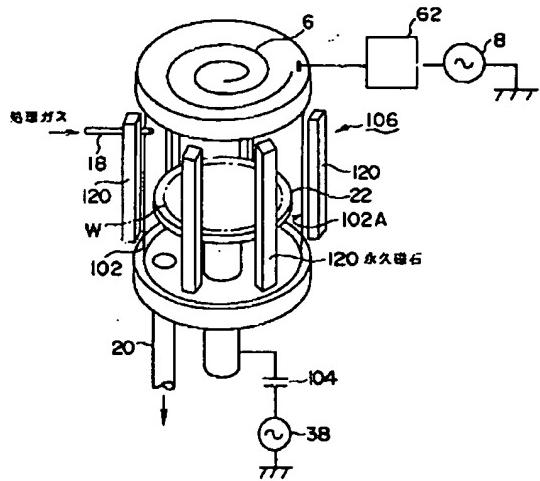
【図18】



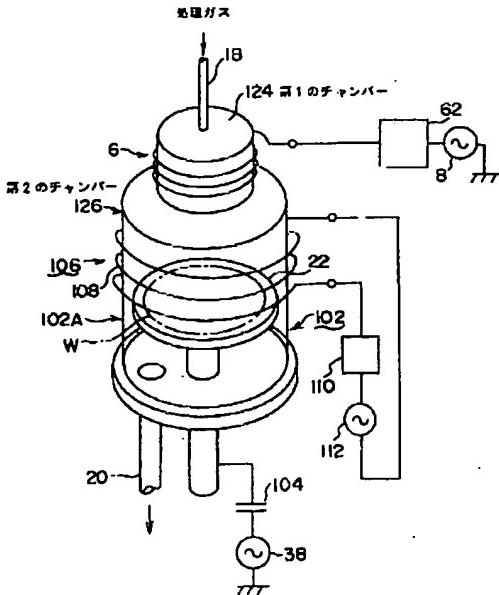
【図20】



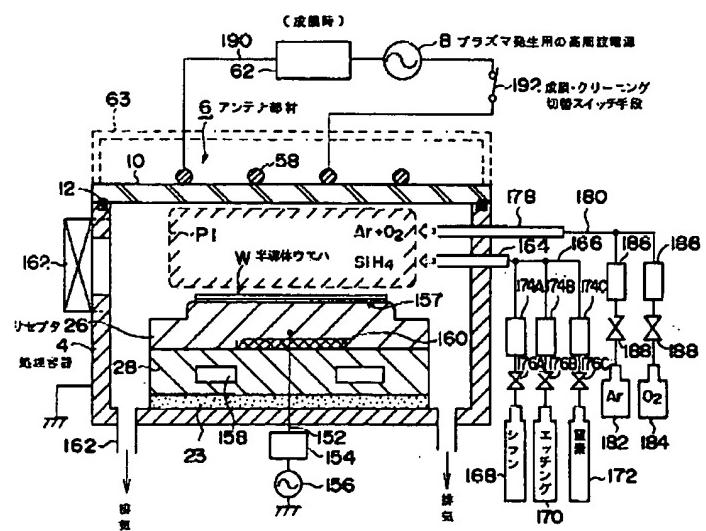
【図21】



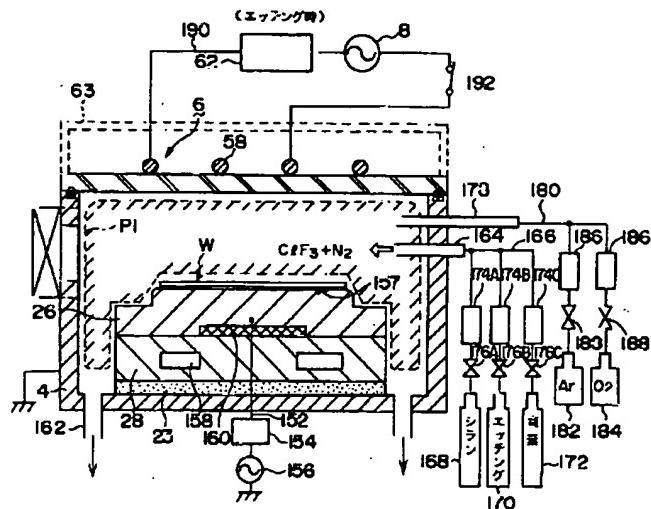
【図23】



【図24】



【図25】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川村 剛平  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内

(72)発明者 畑 次郎  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内  
(72)発明者 石井 信雄  
東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京  
エレクトロン株式会社内